

ВЫБОР ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ В ДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНОМ БИОФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Щапов П.Ф., Томашевский Р.С., Доценко З.А., Корнеева Е.Р.
*кафедра промышленной и биомедицинской электроники, НТУ «ХПИ»,
Харьков, УКРАИНА, Email: tomashevskyi.emb@khpri.edu.ua*

Биологическая структура или объект – это невероятно сложная система, многие свойства которой проявляются лишь в условиях динамических воздействий. Изучение таких свойств довольно сложная задача, по причине того, что, измерительные сигналы, получаемые в ходе таких исследований, являются случайными процессами с бесконечным набором процессов нестационарности.

В 2015 году в лаборатории биомедицинской электроники кафедры «Промышленная и биомедицинская электроника» НТУ «ХПИ» была поставлена серия экспериментов по изучению биохимической реакции при факторном физическом воздействии на биологические и химические жидкие образцы. Такие эксперименты проводились в рамках НДР «...». Для этой цели было разработано соответствующее техническое и программное обеспечение.

Однако эффективность таких исследований обеспечивается не только за счет программных и аппаратных средств, но и статистически обоснованном планировании эксперимента, выборе информационных показателей измерительного сигнала с высоким уровнем информативности.

К сожалению, использование информационно-статистических подходов к формированию планов динамических испытаний биологических объектов не применяется на практике, а теоретические аспекты их использования не идут дальше задач параметрического оценивания возможных рисков.

Целью работы являлось определение возможностей факторного дисперсионного анализа в задаче сравнительного выбора информативных параметров случайных измерительных сигналов, характеризующих инерционность электростатических взаимодействий в биохимических объектах, обусловленных динамическими внешними нагрузками.

В качестве экспериментальных объектов были выбраны три группы образцов с верифицированными химическими и биологическими состояниями: состояние S_0 (физраствор), состояние S_1 (цельная кровь без патологии); состояние S_2 (цельная кровь с онкопатологией – колоректальный рак (КРР)). В качестве факторной нагрузки использовалось циклическое изменение во времени давления на образец.

В модель эксперимента были заложены два неконтролируемых фактора: электрохимический дрейф при формировании потенциалов на электродах (вызывает дополнительную аддитивную погрешность преобразования), и неоднозначность в обеспечении повторяемости значений предельного атмосферного давления и параметров его изменений во времени (вызывает появление мультипликативных погрешностей в циклах нагрузочного воздействия).

Первоначальный выбор информативных параметров был определен различной электрохимической инерцией процессов ионной проводимости образцов при возрастании и убывании нагрузки. Для выявления таких различий была предложена процедура дискретного дифференцирования процессов $U(t)$ – изменения электропотенциала в рамках одного цикла нагружения. Для устранения погрешностей были проведены процедуры центрирования и последующего нормирования по максимальному значению.

Графический анализ полученных процессов показал однозначную асимметрию положительной и отрицательной полуволны, причем независимо от выбранной группы образцов. Результаты предварительного анализа позволили выделить, как минимум, три информативных параметра Y_1 , Y_2 , Y_3 , основанных на асимметричности полученных кривых. Далее была проведена оценка статистической значимости и количества информации для любого из параметров.

Таблица 1 – Значения информативных параметров по видам состояний и величины их F-статистик

Параметр	Состояние	Значения информативных параметров для одиночных образцов								$F_{2;15}$
Y_1	S_0	1,095	1,364	1,333	1,652	1,227	1,111	1,318	1,292	6,32
	S_1	1,0	1,0	1,34	1,41	1,0	–	–	–	
	S_2	2,433	2,673	2,659	1,238	1,152				
Y_2	S_0	1,667	2,0	4,25	2,0	1,667	1,1	1,444	1,444	12,31
	S_1	2,182	2,0	4,333	3,19	2,125	–	–	–	
	S_2	4,01	9,8	4,75	8,8	4,72				
Y_3	S_0	1	1	1	1	1	1	1	1	32,98
	S_1	3	2	3	3	2	1	1	1	
	S_2	6	7	5	4	3	–	–	–	

В результате исследования доказана возможность получения информации для идентификации состояния биохимических объектов, используя результаты активного факторного динамического эксперимента, даже в условиях параметрической неопределенности случайных измерительных сигналов.